

LOS SUELOS HIDROMORFICOS E HIDROHALOMORFICOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

C.R.O. MIACZYNSKI¹

Recibido: 05/04/95

Aceptado: 07/06/95

RESUMEN

Del análisis de dos importantes obras del INTA-CIRN se desprende que el 45% del territorio bonaerense se halla ocupado por suelos con hidromorfismo o hidrohalomorfismo de distinta intensidad. Los más difundidos son el **Natracuol típico**, el **Hapludol taptó árgico** y **nátrico**, el **Natracuall típico** y el **Argiudol ácuico**. Contribuyen a esta situación el régimen de lluvias, el relieve plano, la impermeabilidad de los suelos y la frecuente salinidad de las aguas superficiales y subterráneas. Los problemas de anegamiento e inundación en la región pampeana son técnica o económicamente de difícil solución.

Palabras clave: suelos- hidromorfismo-halomorfismo.

THE HYDROMORPHIC AND HYDROHALOMORPHIC SOILS OF THE BUENOS AIRES PROVINCE (ARGENTINA)

SUMMARY

Through the analysis of two important publications by INTA-CIRN it is estimated that 45% of the territory of the Buenos Aires Province is affected by hydromorphic or hydrohalmorphic soils of different degrees. The **Typic Natraquoll**, the **Thapto Argic** and **Natric Hapludoll**, the **Typic Natracuall** and the **Aquic Argiudoll** are the most common soils of this kind. The rainfall pattern, the plain relief, the impermeability of the soils and the salinity of de surface and ground waters contribute to this situation. Problems related with waterlogging in the Pampa region are technically and economically difficult to resolve.

Key words: solis - hydromorphism - halomorphism.

INTRODUCCION

La riqueza de información que brinda el "Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires", (INTA-CIRV, 1989), - en adelante MSPBA - y el "Atlas de Suelos de la República Argentina", (INTA-CIRN, 1990) - en adelante MSRA -, ambas importantes contribuciones para el mejor conocimiento de los suelos de la Argentina, permitió extraer un tema específico y de relevante trascendencia, como es el hidromorfismo y el hidrohalomorfismo de los suelos de la provincia de Buenos Aires. En todos los casos se ha respetado la opinión de los autores de estos

trabajos. También se han mantenido los símbolos de los horizontes de perfiles de suelo y la designación de unidades, como la conductividad eléctrica, que fueron modificados por FAO, pero siguen en uso por muchos autores (Ej.: el horizonte A₂ por E y mmhos/cm por dS/m). Sólo en algunas oportunidades se han agregado conceptos y opiniones propias.

Profundizar el conocimiento de las características y propiedades de tales suelos permitirá comprender mejor el problema de sus posibilidades de uso y necesidades de manejo a técnicos y productores.

¹ Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos, Fac. de Agronomía, UBA, Av. San Martín 4453, Buenos Aires (1417), Argentina.

También es tema de aplicación en la enseñanza universitaria.

Del inventario de estos suelos se desprende que más del 45% de la superficie provincial se halla ocupada por los mismos a distinto grado de inten-

sidad (Cuadro N°1), correspondiéndole con los suelos puramente hidromórficos (no sódicos ni salinos) el 15%, y el 30% restante, a los suelos hidromórficos sódico-salinos. Este solo dato justifica su especial atención.

Cuadro N° 1: Ordenamiento de los suelos hidromórficos e hidrohalomórfico por su importancia areal. (Cálculos según ASRA).

Subgrupo	Veces que integra unidades cartogr.	Superficie Has	Provincial %
Natracuol típico	37	2.965.900	9,64
Hapludol tapto árgico (*)	26	2.648.186	8,61
Natracuolf típico	32	1.737.700	5,65
Hapludol tapto nátrico	27	1.578.500	5,13
Argiudol ácuico (*)	16	1.254.890	4,08
Complejos indiferenciados	12	708.628	2,30
Peludert típico	1	549.126	1,78
Ustifluvent ácuico	2	348.161	1,13
Argialbol argiacuico (*)	3	258.360	0,84
Calciortid típico	2	230.933	0,75
Natrargid típico	5	209.000	0,68
Natralbol típico	14	203.815	0,66
Argialbol típico (*)	2	181.467	0,59
Haplustol arídico	2	168.588	0,55
Natrustalf típico	3	165.977	0,54
Argiacuol típico (*)	2	138.407	0,45
Hapludol ácuico (*)	3	119.952	0,39
Salortid típico	4	91.175	0,30
Fluvacuent típico	2	89.195	0,29
Natracuolf álbico	1	64.775	0,21
Natrudalf típico	2	57.823	0,19
Cromudert ácuico	1	54.158	0,18
Cromudert típico (*)	1	52.287	0,17
Cromudert acuéntico	2	50.009	0,16
Paleudol ácuico (*)	1	46.136	0,15
Natrustol típico	3	30.543	0,10
Calciacuol típico (*)	1	30.757	0,10
Ustifluvent mólico	1	28.930	0,09
Udifluvent típico	1	11.714	0,04
Salortid ácuico	1	10.851	0,04
Fragiacuolf típico	1	3.923	0,01
Hidracuent sulfico	1	3.141	0,01
Torrifluvent típico	1	4.171	0,01
Duracuol nátrico	1	2.354	0,01
TOTAL		14.099.632	45,83

(*) Suelos hidromórficos (no salinos ni sódicos)

Nota: Los demás son suelos hidra-halomórficos.

MATERIALES Y METODOS

Como ya se señalara en la Introducción, la información aquí ofrecida surge casi exclusivamente de dos importantes publicaciones del INTA-CIRN (MSPBA y ASRA, 1989 y 1990).

El primero de los trabajos citados ofrece, entre otros, los datos sumamente completos de 214 perfiles de suelos analizados, que caracterizan los 30 Dominios edáficos reconocidos en el mismo. Las determinaciones analíticas corresponden a los métodos preconizados por el Servicio de Conservación de Suelos del USDA, 1972 (Soil Conservation 4). Sobre la base de estos datos se han representado, a través de figuras, la distribución de características diagnósticas en el perfil, como el % de sodio en cambio del valor T, el % de arcilla y el pH en pasta de algunos suelos (Figura 1). También se presenta ejemplos de distribución de las sales solubles en el perfil, indicadas por la conductividad (mmhos/cm) del extracto de saturación (Cuadro N° 4). Estos datos corresponden a las unidades taxonómicas (Subgrupos de suelos) que

integran las Consociaciones, Asociaciones o Complejos de suelos que conforman los Dominios edáficos.

El otro trabajo (ASRA) permite calcular la superficie ocupada en el territorio bonaerense por cada unidad taxonómica con problemas de hidromorfismo o halomorfismo, ordenándola de acuerdo con su extensión geográfica (Cuadro N° 1).

Del análisis de ambos trabajos se infiere, para los suelos hidromórficos y halomórficos por separado, el incremento de arcilla (valores promedio) del horizonte B₁ con respecto al horizonte A, a qué profundidad ocurre y su relación con la clase de drenaje y Capacidad de uso (Klingebiel y Montgomery, 1960). Para los suelos halomórficos se indican, además los grados de sodicidad y salinidad, según estimaciones del ASRA (Cuadros N°2 y N°3).

Para la ubicación de los Dominios edáficos mencionados en el texto, se reproduce el Mapa de los Dominios edáficos del MSPBA (Mapa N° 1). Además se ha elaborado un mapa en el cual se muestra la distribución esquemática de los suelos hidromórficos y halomórficos en la provincia (Mapa N° 2).

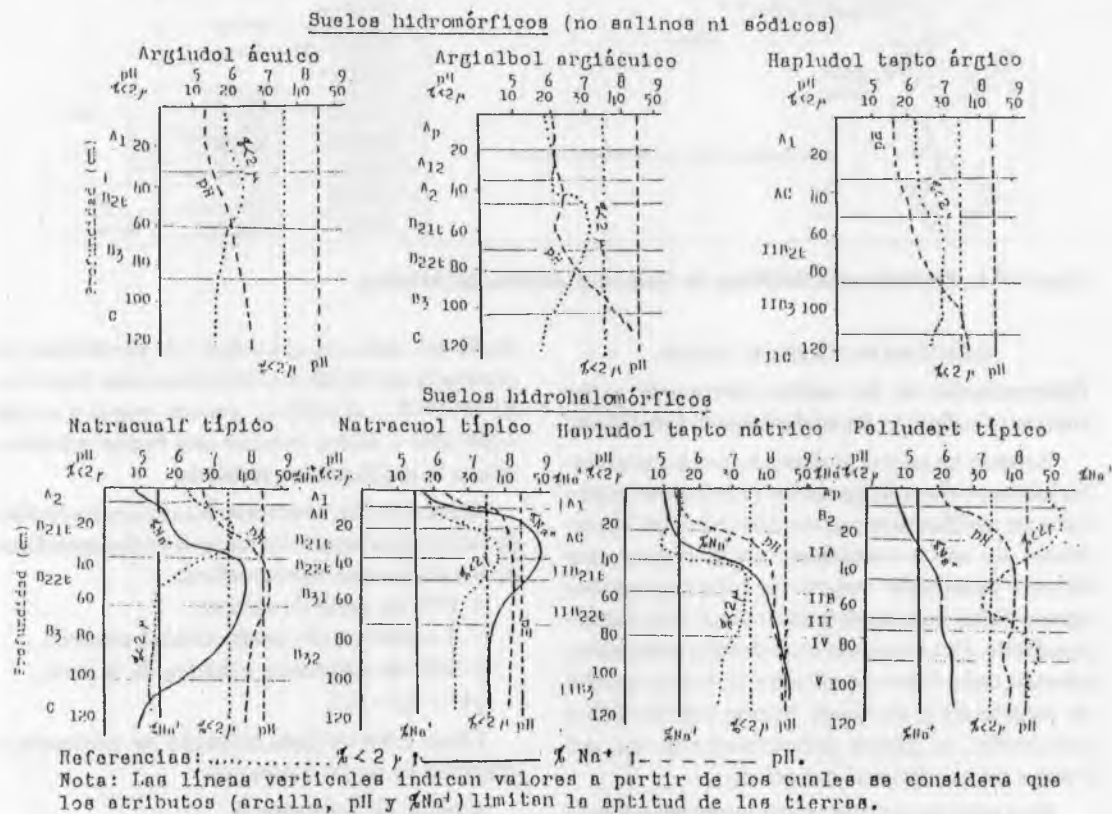
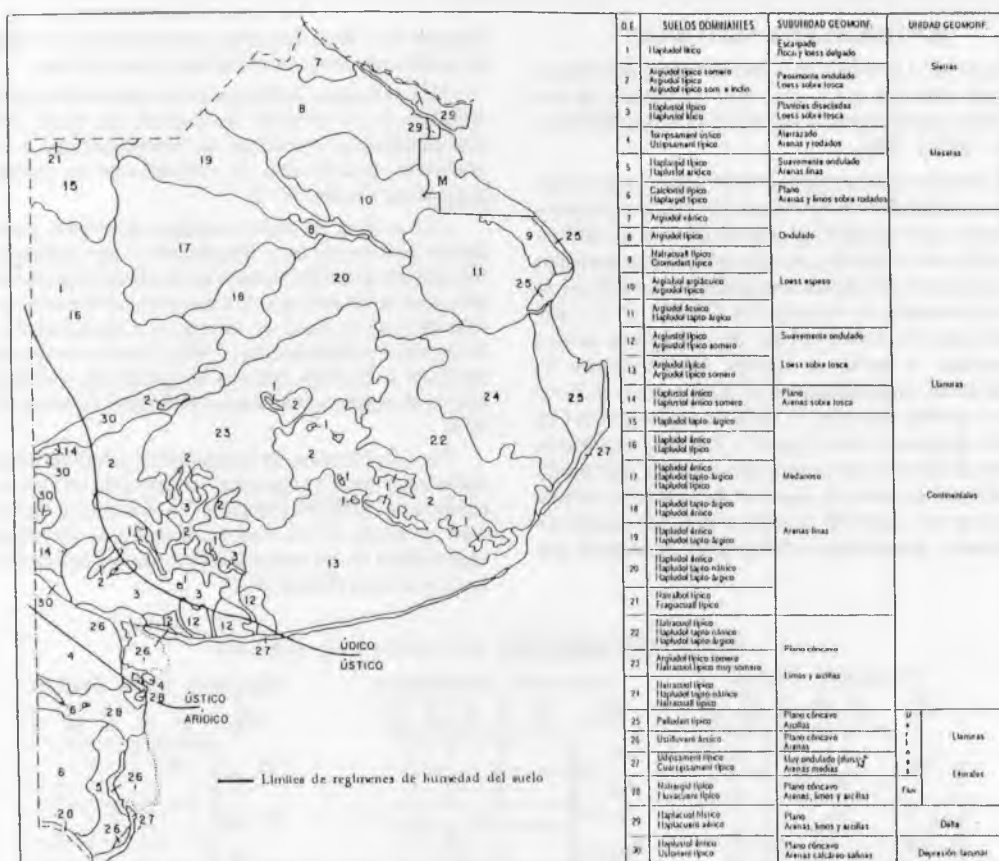


Figura 1: Curvas de distribución de arcilla (% < 2 μ), pH (pasta) y % de Na⁺ en cambio del v. T (% Na⁺) a lo largo del perfil.



Mapa N° 1: Reproducción del Mapa de Dominios edáficos del MSPBA.

DISCUSION Y RESULTADOS

Diferenciación de los suelos hidromórficos (no sódicos ni salinos) y los suelos hidrohalomórficos.

Separar los suelos puramente (o casi puramente) hidromórficos de los suelos hidrohalomórficos tiene su justificación por ser diferentes las limitaciones de uso a considerar. En el primer caso debería procurarse mejorar la relación ingreso/egreso de los excedentes hídricos en el área correspondiente. En el segundo caso debería procurarse, además, reducir la concentración de sales y/o sodio de cambio en la rizósfera. Siendo ésto de difícil concreción, se adapta generalmente el uso del suelo a las condiciones existentes.

Para estar en mejores condiciones de enfrentar el problema, conviene empezar por conocer su origen, donde se encuentra la limitación en el

perfil del suelo, su gravedad y la posibilidad de corregirla por medios económicamente factibles. El MSPBA y el ASRA, con sus mapas a escala 1:500.000 y textos brindan una buena introducción a la problemática señalada.

Generalmente se aceptan los siguientes límites de valores para separar los suelos hidrohalomórficos de los puramente hidromórficos:

- > 15% de sodio de cambio,
- > 4 mmho/cm de conductividad eléctrica,
- < 500 de resistencia eléctrica de la pasta,
- pH > 8,2 - 8,5.

Otros criterios para constatar la existencia y gravedad de un problema son:

- espesor del horizonte A
- incrementos abruptos de la textura en el subsuelo
- ubicación del problema en el perfil.



Para más datos ver Cuadros N°2 y N°3.

Los suelos hidromórficos (sin halomorfismo) se encuentran exclusivamente en la región con régimen de humedad del suelo údico. En cambio, los suelos hidrohalomórficos se extienden por todo el territorio provincial, es decir, abarcan también las regiones con régimen ústico y arídico.

Resulta especialmente difícil relacionar los Subgrupos de suelos según su contenido, ubicación y naturaleza de las sales solubles en el perfil, por la gran variabilidad de sus valores. Soil Taxonomy se basa en hechos más estables, dejando generalmente las condiciones de salinidad al

nivel de Serie o Fase de suelos, a pesar de su gran incidencia en la etapa de la evaluación de la aptitud de las tierras. Tampoco es posible relacionar el rendimiento de diversos tipos de utilización de la tierra con una sola escala de valores de sales solubles presentes en la rizósfera, pues es bien sabido que la tolerancia a las mismas es variable. FAO (1987) presenta una larga lista de cultivos forrajeros, ordenados según la tolerancia a la salinidad en la zona radical del suelo, de la cual se extraen cuatro casos en el cuadro N°5 para su comparación con los valores del cuadro N°4.

Cuadro N° 2: Características y propiedades importantes de suelos hidromórficos no sódicos ni salinos (Promedios).

Subgrupos	Arcilla %		Incremento %	Profund. cm	Drenaje	Capacidad
	A	B _{2t}				
Hapludol tapto árgico	22	34	55	48	bue a imp	II/III
Argiudol ácuico	24	34	42	33	imp	III
Argialbol argiácuico	23	36	57	35	imp	IV
Argialbol típico	23	55	139	29	imp	II/IV
Argiacuol típico	34	54	59	30	imp	III/IV
Hapludol ácuico	19	16	—	42	mod a imp	IV/VI
Cromudert típico	45	57	22	12	imp	IV
Paleudol ácuico	27	61	126	26	imp	III

Nota: Incremento: del % de arcilla del B_{2t} en relación al A.; Profund.: Profundidad del techo de B_{2t}; Capacidad: Clase de capacidad de uso, sistema USDA.; El **Hapludol ácuico** tiene un B₃ cámbico.

Clasificación de los suelos hidromórficos e hidrohalomórficos por Soil Taxonomy.

Los suelos puramente hidromórficos tienen amplia difusión en EEUU país de origen de Soil Taxonomy, estando bien diferenciados a nivel de Subgrupos. No ocurre lo mismo con los suelos hidrohalomórficos, razón por la cual existen pocas alternativas para ubicar algunos suelos de la provincia de Buenos Aires en este sistema.

Todos los suelos hidromórficos no salinos/sódicos de la provincia pertenecen al Orden de los **Molisoles** (salvo un **Cromudert típico**).

En cambio, los suelos hidrohalomórficos pueden pertenecer, además, a los Ordenes **Alfisol**, **Aridisol**, **Entisol** y **Vertisol**.

A nivel de Subgrupo se han diferenciado en la provincia 9 suelos puramente hidromórficos, casi todos con aptitud agrícola, aunque limitada por sus imperfectas condiciones de drenaje (Clase II a IV). Los más importantes son el **Hapludol tapto árgico** y el **Argiudol ácuico**.

Al mismo nivel se han diferenciado 24 suelos hidrohalomórficos, generalmente sin aptitud agrícola (Clase VI y VII), por sus malas condiciones de drenaje, sodicidad y/o salinidad. Los más difundidos son el **Natracuol típico**, el **Natracuolf típico**, el **Hapludol tapto nátrico** y los Complejos indiferenciados de las planicies aluviales.

Para más datos ver cuadros N°1, N°2 y N°3.

Relaciones suelo - paisaje - morfología - drenaje - Capacidad de uso.

Suelos hidromórficos.

Los suelos hidromórficos no sódicos ni salinos aparecen generalmente en relieves planos, levemente deprimidos, de planicies extendidas, en microdepresiones, bajos anegables y cubetas de la Pampa arenosa, Pampa deprimida, Pampa inter-serrana y áreas de derrames de las sierras pampeanas. Su hidromorfismo se relaciona principalmente con las lluvias y sus escurrimientos superficiales y subsuperficiales de sectores más elevados, como así también con la impermeabilidad o escasa permeabilidad del subsuelo (horizontes B₁).

Hapludol tapto árgico (8,6% del territorio provincial): Ocupan generalmente planicies extendidas, suavemente onduladas de la Pampa arenosa o sectores de la Pampa deprimida, asociados con frecuencia a los **Hapludoles tapto nátricos**. En su perfil aparece abruptamente una discontinuidad litológica a la altura del horizonte IIB_{2t}, a los 45-50 cm de profundidad, con un moderado incremento de arcilla del 55%, término medio. Son suelos no sódicos ni salinos, moderadamente hidromórficos, moderadamente bien a imperfectamente drenados. Su capacidad de uso ha sido evaluada en clase II/III.

Cuadro N° 3: Características y propiedades importantes de suelos hidrohalomórficos (Datos promedios).

MOLISOLES								
SUBGRUPO	Arcilla % Horizonte		Profun- didad cm(*)	Incre- mento %	Sodicidad (1)	Salinidad (1)	Drenaje (1)	Cap. Uso (2)
	A	B2t						
Natracuol típico	24	44	22	83	Fuerte	Muy débil a leve	Imperfec.	VI
Hapludol tapto nátr	15	34	48	126	Mod. a Fuerte	No	Bueno a imperf.	IV
Natralbol típico	16	38	32	138	Moderada	No	Mod.	VI/IV
Natrustol típico	24	39	19	63	Fuerte	Moderad.	Imperfec.	VI/VII
Haplustol arídico	Perfil A - AC -Cca				No	Débil	Excesiv.	VI/VII
Duracuol nátrico	19	26	40	37	Fuerte	Fuerte	Pobre	VII
ALFISOLES								
Natracualf típico	19	41	22	116	Fuerte	Débil	Pobre a muy pobre	VII
Natrustalf típico	19	30	36	58	Moderada	No	Imperfec.	VII
Natrudalf típico	27	52	10	93	Fuerte	No	Imperfec.	VII
Natracualf álbico	20	42	11	110	Fuerte	No	Pobre	VI
Fragiacualf típico	14	29	25	107	Mod. a Fuerte	Débil	Imperfec.	VII
VERTISOLES								
Cromudert acuéntico	41	62	11	51	Moderada	Muy débil a leve	Pobre	VI
Cromudert ácuico		No tiene B2t			No	Fuerte	Pobre	VII
Pelludert típico		No tiene B2t			Moderada	Moderada	Imperfec.	VI
ARDISOLES								
Natrargid típico	13	24	25	85	Fuerte	Fuerte	Moderad. a Imperf.	VII
Salotrid típico		No tiene B2t			No	Fuerte	Pobre	VII
Calciortid típico		No tiene B2t			No	Moderada	Excesiv.	VII
Salortid ácuico		No tiene B2t			Fuerte	Fuerte	Muy pobre	VII
ENTISOLES								
Fluvacuent típico					No	Moderada	Pobre	VI/VII
Hydracuent sulfico					Fuerte	Fuerte	Imperf.	VII
Udifluvent típico					Moderad. a fuerte	Fuerte	Pobre	VI
Ustifluvent ácuico					No	Muy fuerte	Muy pobre	VII
Ustifluvent mólico					Fuerte	fuerte	Pobre	VI
Torrifluvent típico					Fuerte	Débil	Muy pobre	VII
COMPLEJOS INDIFERENCIADOS								
					Fuerte	Fuerte	Pobre	VII

(1) De: Atlas de Suelos de la Rep. Argentina (INTA 1990) tabla 1, pág. 129 - 132.

(2) De: Atlas de Suelos de la Rep. Argentina (INTA 1990) Leyenda de unidades cartográficas, Sistema de USDA, pág. 181 - 200.

(*) Profundidad del techo del horizonte B2t desde la superficie.

Cuadro N° 4: Ejemplos de la distribución de sales solubles (conductividad del extracto de saturación) en subsuelos hidrohalomórficos (datos tomados del MSPBA)

Natracuol típico (Dolores - Madariaga)						
Horizonte	A ₁	AB	B _{2lt}	B _{22t}	B ₃₁	B ₃₂
Profundidad (cm)	0-9	9-20	20-47		47-100	
Arcilla (%)	18	24	38	38	28	26
mmhos/cm	—	—	6,26	9,55	11,04	8,16
Natrabol típico (Trenque Lauque - Pellegrini)						
Horizonte	A _p	A ₂	B _{2lt}	B _{22t}		
Profundidad (cm)	0-19	19-41	41-95			
Arcilla (%)	18	18	23	25		
mmhos/cm	5,0	6,3	6,3	10,5		
Natracuolf típico (Tres Arroyos - Necochea)						
Horizonte	A ₁	A ₂	IIB _{2lt}	IIB _{22t}	IIB ₃	III _C
Profundidad (cm)	0-10	10-26	26-45	45-60	60-100	
100-120						
Arcilla (%)	13	13	43	34	23	16
mmhos/cm	—	—	4,9	8,6	8,2	6,8
Natrustalf típico (Púan - Guaminí)						
Horizonte	A ₁₁	A ₁₂	IIB _{2t}	IIB _{3ca}		
Profundidad (cm)	0-20	20-54	54-83	83-91+		
Arcilla (%)	28	21	34	23		
mmhos/cm	6,3	6,3	6,6	7,6		
Natrargid típico (Patagones)						
Horizonte	A ₁	B _{2t}	B _{3ca}	C _{ca}		
Profundidad (cm)	0-18	18-46	46-67	67-95+		
Arcilla (%)	14	31	27	26		
mmhos/cm	—	1,8	5,9	10,9		
Cromudert ácuico (Bahía Samborombón)						
Horizonte	A ₁	II	III	IV		
Profundidad (cm)	0-10	10-25	25-60	60-100+		
Arcilla (%)	68	70	74	70		
mmhos/cm	51,02	38,31	35,47	52,12		
Torrifluent típico (Río Colorado - Río Negro)						
Horizonte	I	II	III			
Profundidad (cm)	0-16	16-49	49-150+			
Arcilla (%)	10	13	9			
mmhos/cm	3,6	56,2	78,1			

Cuadro N° 5: Tolerancia a la salinidad de cultivos forrajeros en relación con su rendimiento potencial. Según FAO (9).

Cultivo forrajero	Rendimiento potencial				
	100%	90%	75%	50%	0%
<i>Agropyron elongatum</i>	7,5(1)	9,9	13	19	31
<i>Sorghum sudanense</i>	2,8	5,1	8,6	14	26
<i>Medicago sativa</i>	2,0	3,4	5,4	8,8	16
<i>Trifolium pratense</i>	1,5	2,3	3,6	5,7	9,8

(1) Valores expresados en ECx: Salinidad promedio del agua del suelo contenida en la zona radical y representada por la conductividad eléctrica del extracto de saturación de su suelo; expresada en deciSiemens por metro (dS/m) a 25°C.

Argiudol ácuico (4,1% del territorio provincial): Su posición en el paisaje es similar a la de los suelos Hapludoles tpto árgicos, con los cuales se hallan frecuentemente asociados. En el perfil del suelo aparece un horizonte B_{2t} entre los 22 y 43 cm de profundidad, con un incremento de arcilla que oscila alrededor del 42%. Son suelos no sódicos ni salinos, moderadamente hidromórficos, como lo evidencian los moteados y concreciones de hierro del horizonte B_{2t}. Su drenaje es moderadamente bueno y su capacidad de uso ha sido ubicada en la Clase III.

Cuadro N° 6: Ordenamiento de los suelos hidromórficos e hidrohalomórficos según Clase de Capacidad de uso (sistema USDA).

Clase ha % provincia % s.hidro. y halo.	Subgrupo	ha	%prov.	Obs.
III 4.130.679 ha 13,43% 29,30%	Hapludol taptuargico	2.648.186	8,61	II/III
	Argiudol ácuico	1.254.890	4,08	
	Argialbol típico	181.467	0,59	II/IV
	Paleudol ácuico	46.136	0,15	
IV 2.027.554 ha 6,59% 14,40%	Hapludol taptu nátrico	1.578.500	5,13	
	Argialbol argiácuico	258.360	0,84	III/IV
	Argiacuol típico	138.407	0,45	
	Cromudert típico	52.287	0,17	
VI 4.255.911 ha 13,82% 30,18%	Natracuol típico	2.966.900	9,64	IV/VI
	Peludert típico	549.126	1,78	
	Calciortid típico	230.933	0,75	
	Natralbol típico	203.815	0,66	VI/IV
	Hapludol ácuico	119.952	0,39	
	Natracualf álbito	64.775	0,21	
	Cromudert acuéntico	50.009	0,16	
	Calciacuol típico	30.757	0,10	
	Ustifluvent mólico	28.930	0,09	
	Udifluvent típico	11.714	0,04	
	Natracualf típico	1.737.700	5,65	
	Complejos indiferen.	708.628	2,30	
VII 3.685.488 ha 11,99 % 26,13%	Ustifluvent ácuico	348.161	1,13	
	Natrargid típico	209.000	0,68	
	Haplustol arídico	168.588	0,55	VI/VII
	Natrustal típico	165.977	0,54	
	Salortid típico	91.175	0,30	
	Fluvacuol típico	89.195	0,29	
	Natrudalf típico	57.823	0,19	
	Cromudert ácuico	54.158	0,18	
	Natrustol típico	30.543	0,10	VI/VII
	Salortid ácuico	10.851	0,04	
	Torrifluvent típico	4.171	0,01	
	Fragiacualf típico	3.923	0,01	
	Hidracuol sulfico	3.141	0,01	
	Duracuol nátrico	2.354	0,01	
Total		14.099.632	45,83%	
Total con cierta aptitud agricola		6.158.233 ha	43,70%	
Total sin aptitud agricola		7.941.399 ha	56,48%	
		14.099.632ha	100,18%	

Los demás Subgrupos de suelos hidromórficos no sódicos ni salinos tienen escasa difusión en la provincia, ocupando en su conjunto el 2,4% de su territorio. Entre ellos se pueden mencionar:

El **Argialbol argiácuico** se presenta en microdepresiones de planicie muy extendidas en los Domi-

nios edáficos 10, 18 y 20. Su perfil de suelo muestra un horizonte A_{2s} , al que sigue, generalmente en forma abrupta, entre los 23 y 43 cm de profundidad, un horizonte B_{2t} (a veces $II B_{2t}$) con un incremento de arcilla del 57%. Son suelos imperfectamente drenados a veces con un horizonte B_t ligeramente sódico y con

una muy severa limitación para el uso agrícola (Clase IV).

El **Argialbol típico** se encuentra en bajos anegables y cubetas, en relieves planos de áreas de derrames de las sierras pampeanas (Dominios edáficos 22 y 23). En su perfil aparece un horizonte A_{2t} , a veces con ligera sodicidad, seguido por un B_{2t} a los 32 cm de profundidad, término medio, con un incremento de arcilla de más del 100%. Son suelos imperfectamente drenados y con una muy severa a moderada limitación para el uso agrícola (Clase II a IV).

El **Argiacuol típico** ocupa sectores planos o depresiones en áreas de derrames de sierras pampeanas y Pampa interserrana (Dominios edáficos 13 y 22). Son suelos con un fuerte hidromorfismo relacionado con un incremento textural del 59% a partir del horizonte B_{2t} a los 30 cm de profundidad. Se observa una leve concentración de Na^+ de cambio en los horizontes B_3 o C, que no llega al 15%. Su drenaje es imperfecto y su Capacidad de uso pertenece a la Clase III/IV.

El **Hapludol ácuico** ocupa sectores deprimidos en un relieve suavemente ondulado (eólico) de la Pampa arenosa (Dominios edáficos 16 y 17). Son suelos franco arenosos con un B_2 cámbico a los 37 - 43 cm de profundidad y síntomas de hidromorfismo. Su drenaje es moderadamente bueno a imperfecto y su Capacidad de uso, Clase IV/VI.

El **Paleudol ácuico** y el **Cromudert típico** son dos suelos asociados del Dominio edáfico 9, ubicado al N de la bahía de Samborombón, que ocupan lomas planas en un paisaje suavemente ondulado. Ambos son de textura pesada, con un IIB_{2t} arcilloso. Su drenaje es imperfecto y su Capacidad de uso, Clase III/IV.

El **Calciacuol típico** aparece en los planos anegables próximos a cursos de agua de los Partidos de Tapalqué, Gral. Alvear y Olavaria. Son suelos de textura pesada, con abundante carbonato de calcio en el subsuelo, drenaje imperfecto y Capacidad de uso Clase VI.

Suelos hidromórficos

En términos generales puede decirse que sus limitaciones de uso son más graves que las de los

suelos hidromórficos no sódicos ni salinos, pues presentan, en la gran mayoría de los casos un drenaje pobre a imperfecto y una moderada a fuerte sodicidad y/o salinidad, por lo cual no tienen aptitud agrícola (Clase de Capacidad de uso VI y VII). A nivel de Orden, los suelos hidromórficos tienen la siguiente extensión areal en el territorio provincial: **Molisoles**, 16,0%; **Alfisoles**, 6,7%; **Vertisoles**, 2,1%; **Aridisoles**, 1,8%; **Entisoles**, 1,6%. Los complejos indiferenciados ocupan el 2,3%.

Es poco común en el mundo entero encontrar tantos suelos halomórficos en regiones con un régimen de lluvias como el de la provincia de Buenos Aires. Esta situación seguramente está vinculada con la salinidad y alcalinidad de las aguas de los ríos y arroyos que atraviesan o nacen en su territorio y la de las capas de agua subsuperficiales. Cabe mencionar en este sentido a los arroyos Azul, Las Flores y Vallimanca, los ríos Salado, Samborombón, Matanza, Reconquista y Negro, y al sistema Epecuén, que contaminan sus amplios planos aluviales con dichos elementos. El origen de las sales debe vincularse con la presencia de sedimentos marinos en el territorio nacional, con las aguas del Atlántico y, en menor medida, con procesos de hidrólisis de minerales primarios de los suelos. El Mapa Geológico de la Argentina (Servicio Geológico Nacional, 1982) muestra la amplia difusión de los sedimentos marinos en el país y el ASRA evidencia, a través de geoformas características, el desplazamiento de las sales a lo largo de las cuencas hídricas. El predominio de los aniones Cl^- y SO_4^{2-} y de los cationes Na^+ y Mg^{2+} también hacen recordar la composición de las sales marinas. Las sales y el Na^+ de cambio no son lixiviados por efecto de las lluvias debido a la impermeabilidad del subsuelo, donde el horizonte B_{2t} duplica con frecuencia su contenido de arcilla con respecto a los horizontes suprayacentes, como lo indica la Figura 1. Esta impermeabilidad se agrava en los suelos nátricos por la hidratación del ión Na^+ .

Molisoles nátricos

Se reconocen por su epipedon mólico y su horizonte B nátrico.

El más difundido es el **Natracuol típico**, que aparece en 37 unidades cartográficas y cubre casi

el 10% de la superficie provincial, siempre en la región con régimen de humedad del suelo údico. Ocupan generalmente áreas deprimidas e inundables de planicies extendidas, en sectores aledaños a cubetas y lagunas, a veces con tosca en el subsuelo. Son suelos imperfecta- a pobremente drenado, con débil a fuerte salinidad y fuerte a moderada sodicidad. Pertenecen a la Clase VI de Capacidad de uso.

Le sigue en importancia areal el **Hapludol taptó nátrico** presente en 27 unidades cartográficas, ocupando el 5% del territorio bonaerense. Suposición en el paisaje es variable: en la Pampa arenosa se ubica en las partes más bajas de las planicies, en aureolas de cubetas o en sectores planos de planicies suavemente onduladas, mientras que en el sector de derrames de las sierras pampeanas puede ocupar pequeñas lomadas de escasa altura. Son suelos imperfectamente a moderadamente bien drenados, generalmente no salinos y con un horizonte IIB_{2t} sódico a los 48 cm de profundidad, término medio. Tienen una muy limitada capacidad de uso agrícola (Clase IV).

A continuación corresponde mencionar el **Natralbol típico**, presente en 14 unidades cartográficas. Se reconoce por su horizonte A₂, que se apoya a unos 32 cm de profundidad sobre un fuerte horizonte B_t nátrico. Ocupa sólo el 0,66% del territorio provincial, apareciendo como suelo subordinado en ambientes de cubetas y lagunas de la Pampa arenosa, Pampa ondulada, Pampa deprimida y sectores de derrames de las sierras pampeanas. Son suelos pobre- a imperfectamente drenados, no salinos y moderadamente sódicos en el horizonte B. Su Clase de Capacidad de uso oscila entre VI y IV.

Se menciona un sólo **Duracul nátrico**, que se ubica al N del partido de Villegas en cubetas y lagunas de áreas deprimidas y anegables. Se trata de un suelo pobremente drenado, salino sódico, con un duripan a menos de un metro de profundidad. Su Capacidad de uso corresponde a la Clase VII.

Aparecen dos Molisoles salino/sódicos en las regiones con régimen de humedad de los suelos ústico y arídico al sur de la Provincia de Buenos Aires. El **Haplustol arídico** se encuentra sobre la costa atlántica en amplias pendientes y médanos estabilizados. Se trata de suelos excesivamente

drenados con sodicidad y salinidad variable y Clase de Capacidad de uso VI/VII. El otro es un **Natrustol típico**, que se ubica en depresiones, vías de escurrimiento, aureolas de cubetas y llanuras marinas, en zonas próximas al mar. Son suelos pobre- a imperfectamente drenados, con moderada salinidad y fuerte sodicidad. Se ubican en la Clase de Capacidad de uso VI/VII

Alfisoles nátricos

Los Alfisoles ocupan en la Provincia de Buenos Aires el 6,7% de su territorio. Tienen un epipedon órico, por no reunir los requisitos de color o de espesor de un epipedon móxico. En el Hemisferio Norte, la gran mayoría de los Alfisoles se han formado bajo vegetación de bosque de latifoliadas, en condiciones de libre drenaje y con un horizonte B argílico. En cambio, en la provincia de Buenos Aires, todos los Alfisoles tienen un horizonte B nátrico y su drenaje es pobre o imperfecto.

Casi todos los Alfisoles del territorio bonaerense son **Natracualfes típicos**. Sólo muy pocos han sido clasificados como **Natracualfes albos**, **Fragia-cualfes típicos** y **Natrustalfes típicos**. Su sodicidad es fuerte y generalmente no tienen salinidad o la misma es débil.

El **Natracualf típico** está presente en 32 unidades cartográficas, siempre en la región con régimen de humedad del suelo údico y ocupa el 5,7% del territorio bonaerense. Se ubica generalmente en planicies conectadas con cauces fluviales, en bajos adyacentes a cubetas y lagunas, es decir, en áreas planas y plano cóncavas anegables. Son suelos pobre a imperfectamente drenados, con moderada a débil salinidad y fuerte sodicidad en el B_{2t}, que se ubica, término medio, a los 24 cm de profundidad. Su Capacidad de uso es Clase VII. En el sector de derrames de las sierras pampeanas se menciona un caso de un **Natracualf albo**, similar a los **Natracualfes típicos** y ocupa áreas planas, anegables. Es un suelo pobremente drenado con muy fuerte sodicidad en el B_{2t}, ubicado a 11 cm de la superficie. Su Capacidad de uso ha sido ubicada en la Clase VI.

En la cuenca del río Samborombón, en áreas planas e inundables, se menciona el caso de un **Natrudalf típico**, un suelo pobremente drenado, sódico, no salino, de Capacidad de uso Clase VII.

En el Dominio edáfico 21, Partido de Villegas,

sobre el límite de Córdoba, se menciona un **Fragiacualf típico**, ubicado en las partes centrales de hoyas medianosas y al pie de suaves y largas pendientes. Es un suelo imperfectamente drenado, ligeramente salino, con un B_{21t} de elevada sodicidad, ubicado a los 25 cm de profundidad y un B_{22t} y B_3 cementado. Su clase de Capacidad de uso es VII.

En la región con régimen de humedad del suelo ústico aparece el **Natrustalf típico**. Se halla ubicado en áreas deprimidas próximas al mar (Dominio edáfico 12 y 26), como así también en las hondonadas de un ambiente medanoso (Dominio edáfico 30). Es un suelo imperfectamente drenado, sódico en todo perfil o en el B_{2t} y o con una salinidad variable. La Capacidad de uso es de Clase VII.

Vertisoles sódicos y/o salinos

Los Vertisoles halomórficos ocupan el 2,12% de la superficie bonaerense. Aparecen únicamente en los Dominios edáficos 9 y 25, en las proximidades de la Ensenada de Samborombón, sobre la costa.

El principal es el **Peludert típico**, un suelo imperfectamente drenado con moderada sodicidad y salinidad, que ocupa planos altos y pequeñas lomas; su Capacidad de uso es la Clase VI. En cambio el **Cromudert ácuico** es un suelo pobremente drenado con fuerte salinidad y sin sodicidad, ubicado en áreas planas y antiguos canales de marea; su Capacidad de uso es de la Clase VII. Finalmente el **Cromudert acuéntico** también es un suelo pobremente drenado, pero con leve salinidad y moderada sodicidad, que ocupa microdepresiones de área planas y posee una Capacidad de uso VI.

Aridisoles sódicos y/o salinos

Los Aridisoles halomórficos ocupan el 1,8% del territorio bonaerense, en áreas con régimen de humedad del suelo arídico y ústico, sobre el litoral atlántico o en depresiones adyacentes a salitrales del Sur de la provincia.

El más importante es el **Calciortid típico**, un suelo bien drenado, moderadamente salino, no sódico, que ocupa áreas positivas de planicies suavemente onduladas o mesetas altas en el partido de Patagones; su Capacidad de uso ha sido ubicada en Clase VI. El **Natrargid típico**, asociado al anterior, ocupa generalmente posiciones similares en el paisaje, es decir, sectores elevados de planicies extendidas, aunque también puede hallarse en áreas planas y cóncavas de influencia marina. Es un suelo moderadamente bien a imperfectamente drenado, con fuerte salinidad y sodicidad y una Capacidad de uso de Clase VII. El

Salortid típico y el **Salortid acuólico** se encuentran en depresiones adyacentes a salitrales, sobre el litoral atlántico o en el Sistema del Epecuén. El primero de los nombrados es un suelo fuertemente salino, no sódico, mientras que el segundo tiene tanto fuerte salinidad como sodicidad; ambos pertenecen a la Clase de Capacidad de uso VII.

Entisoles sódicos y/o salinos

Los Entisoles halomórficos ocupan el 1,6% del territorio bonaerense. Se hallan conectados generalmente a cursos de agua superficiales, formando componentes menores de grandes Asociaciones de suelos. Su mayor difusión se halla en la región con régimen de humedad del suelo arídico y ústico, sobre la costa del mar o relacionados con vías de escurrimiento, ríos y arroyos.

El más importante es el **Ustifluent ácuico**, que ocupa microdepresiones de las llanuras marinas, al Sur de Bahía Blanca. Es un suelo muy pobremente drenado, muy salino, no sódico, asociado a otros suelos similares; su Capacidad de uso es de la Clase VII.

El **Fluvacuent típico** y el **Torrifluent típico** se ubican en la desembocadura de los ríos Colorado y Negro. El primero de ellos ocupa planos cóncavos adyacentes a depresiones lacustres, en un ámbito de influencia marina. Se trata de un suelo pobremente drenado, con moderada salinidad y sin sodicidad; su Capacidad de uso es de Clase VI/VII. El segundo ocupa terrazas de inundación del río Negro y canales de marea. Se trata de un suelo muy pobremente drenado, con fuerte salinidad y sodicidad y una Clase de Capacidad de uso VII.

El **Ustifluent mólico** es un suelo menor, ubicado en las vías de escurrimiento que conectan cubetas y lagunas en el sistema de Ventania. Es un suelo pobremente drenado, salino y sódico, con una Capacidad de uso Clase VI.

En el ámbito con régimen de humedad del suelo údico se encuentran el **Udifluent típico** y el **Hidracuent sulfúico**.

El primero de ellos aparece en los planos aluviales del río Quequén Grande y los arroyos Quequén salado y Claromecó. Es un suelo pobremente drenado, salino - sódico, de Capacidad de uso de Clase VI. El otro ocurre sobre la costa Norte de la bahía de Samborombón, en una planicie cóncava situada entre la costa del Río de la Plata y los cordones de conchilla. Se trata de un suelo imperfectamente

drenado, salino - sódico, de una Capacidad de uso de Clase VII.

Complejos indiferenciados salino - sódicos

Ocupan el 2,3% del territorio bonaerense, es decir, más de 700.000 ha. De ellos sólo se puede decir, por la información suministrada por el MSPBA y ASRA, y como ya se mencionara anteriormente, que se hallan en los planos aluviales de los arroyos Azul, Las Flores y Vallimanca, los ríos Salado, Samborombón, Matanza, Reconquista y Negro y el sistema del Epecuén. Se trata de tierras misceláneas, pobremente drenadas y con fuerte sodicidad y salinidad. Su Capacidad de uso ha sido colocada en la Clase VII.

CONCLUSIONES

1.- Soil Taxonomy separa adecuadamente, clases de suelos con régimen de humedad ácuico a nivel de Subórden, Gran Grupo y Subgrupo.

2.- Soil Taxonomy sólo separa suelos sódicos cuando presentan un horizonte B nátrico, pero no considera otras situaciones de sodicidad, que serían importantes tener en cuenta como el caso de los Entisoles. Además hay muy pocos Subórdenes

3.- Soil Taxonomy no separa suelos afectados por salinidad (salvo en el caso de los Salotides), situación muy frecuente en la Argentina.

4.- Casi todos los suelos hidromórficos (sin sodicidad/salinidad) tienen una limitada a muy limitada aptitud agrícola. Casi todos los suelos hidrohalomórficos sólo tienen aptitud pasturil (ver Cuadro N° 6).

5.- No se observa una estrecha diferenciación entre unidades del paisaje y unidades taxonómicas, aunque podría decirse en términos generales que los suelos hidrohalomórficos ocupan en el paisaje posiciones más negativas que los suelos puramente hidromórficos.

6.- El relieve extremadamente plano de la mayor parte del territorio provincial es la causa principal de la gran extensión de los suelos anegables e inundables.

7.- La impermeabilidad del subsuelo (B_{21} argílico y nátrico) favorece la ocurrencia y permanencia de los problemas de anegamiento.

8.- Se considera que los suelos hidromórficos no sódicos ni salinos son el producto del anegamiento provocado casi exclusivamente por lluvias abundantes en las cuencas hídricas.

9.- La alcalinidad y salinidad de los suelos hidrohalomórficos se debe al efecto de las aguas continentales mineralizadas.

10.- La alta mineralización de aguas continentales se atribuye a la abundante presencia de sedimentos marinos en la Argentina.

11.- Se vincula la amplia difusión de suelos hidrohalomórficos a lo largo del litoral marítimo y costa del río de la Plata al efecto de las mareas (superficies negativas) o a las sales cíclicas que transportan los vientos procedentes del mar (superficies positivas).

12.- Como se observa en la Figura 1, la concentración del ión Na^+ en los suelos hidrohalomórficos es baja en el horizonte A y se incrementa considerablemente en el horizonte B nátrico, paralelamente con el incremento de % de arcilla. De ahí la importancia del espesor del horizonte A en la evaluación de la aptitud de las tierras.

13.- El Na^+ del horizonte B_1 nátrico constituye una limitación no corregible por la ausencia en este material de macróporos (>50) (Greenland, 1977) que permitieran desplazar dicho ión de este horizonte.

14.- La distribución de las sales solubles en el perfil no sigue un orden determinado, aunque existe la tendencia de su incremento en profundidad (Cuadro N° 4).

15.- Generalmente predomina el catión Na^+ y el anión Cl^- en el extracto de saturación de los suelos salinos; en segundo término está el catión Mg^{2+} y el anión SO_4^{2-} ; otros iones presentes son el Ca^{2+} y el HCO_3^- .

16.- Generalmente los problemas de hidromorfismo e hidrohalomorfismo son de difícil (si no imposible) corrección por la convergencia de una serie de factores, como ser la ausencia de un adecuado nivel de base hacia donde dirigir los exedentes hídricos (sin ocasionar perjuicios aguas abajo de la cuenca).

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Agr. Oscar Santanatoglia e Ing. Arg. Jose Calcagno por las sugerencias y revisión del texto y al Ing. Arg. Eduardo Rienzi, por mejorar la presentación de la Fig. 1 y Mapa N° 2.

BIBLIOGRAFIA

- **FAO** (1987) "La calidad del agua en la agricultura". Serie Riego y *Drenaje* N° 29, Roma.
- **GREENLAND, D.J.** (1977) "Soil damage by intensive arable cultivation: temporary or permanent?". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, N° 281.
- **INTA-CIRN** (1989) "Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires". Proyecto PNUD ARG 85/019. Buenos Aires, Argentina.
- **INTA-CIRN** (1990) "Atlas de Suelos de la República Argentina". Proyecto PNUD ARG 85/019. Buenos Aires, Argentina.
- **KLINGEBIEL, A. y P. MONTGOMERY** (1960) "Land Capability Classification". U.S. Department of Agriculture, *Handbook* 210. Washington D.C.
- **SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL** (1982) "Mapa Geológico de la República Argentina". Departamento de Cartas Geológicas. Buenos Aires, Argentina.
- **SOIL CONSERVATION SERVICE** (1972) "Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples". Soil Survey Investigations, *Report* N° 1, Washington D.C.
- **SOIL SURVEY STAFF** (1975) "Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpretating Soil Surveys". U.S. Department of Agriculture, *Agriculture Handbook* N° 436. Washington D.C.